



(11) **EP 1 477 673 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.08.2009 Patentblatt 2009/34

(51) Int Cl.:
F04B 43/00^(2006.01) F04B 43/067^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04011110.6**

(22) Anmeldetag: **10.05.2004**

(54) **Leckageüberwachung im Hydraulikdruckraum einer Membranpumpe**

Leak detection in hydraulically driven membrane pump

Détection de fuites dans une pompe à membrane à commande hydraulique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **16.05.2003 DE 10322221**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.2004 Patentblatt 2004/47

(73) Patentinhaber: **LEWA GmbH**
71229 Leonberg (DE)

(72) Erfinder: **Stritzelberger, Michael**
71263 Weil der Stadt (DE)

(74) Vertreter: **Zeitler, Giselher et al**
Zeitler - Volpert - Kandlbinder
Patentanwälte
Herrnstrasse 44
80539 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 420 863 DE-A1- 10 138 674
DE-A1- 19 826 610 US-A- 5 047 950

EP 1 477 673 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Leckagen im Hydraulikdruckraum einer Membranpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die ordnungsgemäße Funktion aller Komponenten und Bauteile im Hydraulikdruckraum einer, insbesondere hydraulisch angetriebenen, Membranpumpe hat entscheidenden Einfluß auf die Leistung sowie auf die Dosiergenauigkeit einer solchen Pumpe.

[0003] Übliche Bauteile der Membranpumpe, wie das Leckergänzungsventil sowie das Druckbegrenzungsventil, sind im Neuzustand flüssigkeitsdicht und weisen keine Leckage auf.

[0004] Demgegenüber ist die Kolbenabdichtung auch im Neuzustand nicht flüssigkeitsdicht. So ergibt sich stets in Abhängigkeit von der Ausführung der Abdichtung, dem Hydraulikfluid und den Betriebsparametern, wie Druck, Temperatur usw., im Betrieb eine bestimmte Leckage, die dann im hinteren Totpunkt des Kolbens, d.h. am Ende des Saughubes, durch das Leckergänzungsventil wieder aufgefüllt wird.

[0005] Auch wenn üblicherweise an der Membranpumpe ein Gasaustragsventil eingebaut ist, ergibt sich an diesem Ventil eine bestimmte Leckage.

[0006] Darüber hinaus sind sämtliche der erwähnten Bauteile der Membranpumpe im Betrieb einem gewissen Verschleiß unterworfen. Dieser macht sich gleichfalls durch eine erhöhte Leckage bemerkbar, die sich nachteilig auf die Förderleistung sowie auf die Dosiergenauigkeit auswirkt.

[0007] Auch kann es durch den Ausfall einer Dichtung, insbesondere im Bereich des Pumpenkolbens, zu einer unerwünschten Leckageerhöhung kommen.

[0008] In der Praxis wurde bisher versucht, diesem Problem dadurch zu begegnen, daß man aus der Erfahrung heraus die betreffenden Bauteile, die dem vorhersehbaren Verschleiß unterliegen, rechtzeitig austauscht. Trotzdem kommt es relativ häufig vor, daß Bauteile vorzeitig ausfallen und somit aufgrund der dann erforderlichen Betriebsunterbrechung unerwünschte Folgeschäden verursachen.

[0009] Um eine auftretende Leckage im Hydraulikdruckraum der Membranpumpe festzustellen, wurde bisher versucht, dies über den auftretenden Leistungsmangel der Pumpe oder mittels Temperaturmessung rechtzeitig in Kenntnis zu bringen. Diese Verfahren haben sich jedoch nicht bewährt, da sie entweder mit zu großem konstruktivem Aufwand verbunden sind oder nicht die gewünschten Ergebnisse erbringen.

[0010] Um das Volumen des Hydraulikdruckraumes einer Membranpumpe zu kontrollieren, ist es außerdem bekannt (DE 198 26 610 A1), im Hydraulikdruckraum einen Drucksensor anzuordnen; dieser ist mit einer Auswerteeinheit verbunden, die zur Erzeugung eines Nachfüllsignals ausgebildet ist, das mittels einer Wirkverbindung eine Nachfülleinheit betätigt. Der im Hydraulik-

druckraum angeordnete Drucksensor meldet das Entstehen des Unterdruckes während des Ansaughubes an die Auswerteeinheit. Dort wird dieses Signal mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen. Sobald der vorgegebene Grenzwert überschritten wird, erzeugt die Auswerteeinheit ein Signal, das die Nachfüllung des Hydraulikdruckraums mit Hydraulikfluid bewirkt. Durch einen Zähler in der Auswerteeinheit wird das Bewirken des Nachfüllvorganges protokolliert und die Häufigkeit der Leckergängung ermittelt.

[0011] Jedoch genügt auch diese bekannte Vorrichtung nicht in zufriedenstellendem Ausmaß den heute an die Membranpumpen der gattungsgemäßen Art gestellten Anforderungen, die vor allen Dingen mit einfachen konstruktiven Mitteln, mit großer Sicherheit sowie in kürzester Zeit erfüllt werden müssen.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, zur Beseitigung der geschilderten Nachteile ein Verfahren der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mittels dem es möglich ist, Leckageerhöhungen im Hydraulikdruckraum der Membranpumpe rechtzeitig zu erkennen, so daß eine etwa erforderliche Betriebsunterbrechung rechtzeitig geplant werden kann.

[0013] Die Merkmale des zur Lösung dieser Aufgabe geschaffenen Verfahrens gemäß der Erfindung ergeben sich aus Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen hiervon sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0014] Der Erfindung liegt der wesentliche Gedanke zugrunde, daß der Zeitpunkt bzw. der Kurbelwinkel überwacht wird, an dem der Schnüffelvorgang, der am Ende des Saughubes einsetzt, eingeleitet wird. Bei einer vorbestimmten Veränderung im Zeitpunkt bzw. im Kurbelwinkel wird dies sodann zur Anzeige gebracht.

[0015] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist somit im einzelnen vorgesehen, daß der Zeitpunkt, zu dem der einer Leckergängung dienende Schnüffelvorgang eingeleitet wird, kontinuierlich überwacht und mit einem Referenzwert verglichen wird, wobei eine vorbestimmte Abweichung zwischen beiden Werten eine Leckageanzeige auslöst.

[0016] In erfindungsgemäßer Ausgestaltung kann zur Überwachung des zeitlichen Beginns des Schnüffelvorgangs der Kurbelwinkel des Pumpentriebwerkes überwacht werden.

[0017] Vorteilhafterweise werden Beginn und Ende des Schnüffelvorgangs durch Überwachung eines absoluten Druckwertes im Hydraulikraum erfaßt.

[0018] Besonders deutliche Ergebnisse lassen sich dann erzielen, wenn der absolute Druckwert auf die Änderung seines Druckgradienten überwacht wird. Hierbei liegt es im Rahmen der Erfindung, daß die Änderung des Druckgradienten pro Zeiteinheit bzw. pro Kurbelwinkelgrad erfaßt und daß eine Leckageanzeige erst bei Überschreiten eines vorbestimmten Wertes ausgelöst wird.

[0019] Wie bekannt, macht sich der Zeitpunkt des Beginns des Schnüffelvorganges mit einer Absenkung des Druckes im Saughub auf den Einstelldruck des Leckergänzungsventiles bemerkbar. Hierbei ist bei intakter

Pumpe das sich ergebende Schnüffelfenster, d.h. der Zeitraum zwischen Beginn und Ende des Schnüffelvorgangs, sehr schmal, wird jedoch mit zunehmender Leckage im Hydraulikdruckraum aufgrund defekter Bauteilkomponenten signifikant breiter, d.h. zeitlich länger.

[0020] Beginn und Ende des Schnüffelvorganges können lediglich des Beispiels halber dadurch erfaßt werden, daß absolute Druckwerte überwacht werden. Zu diesem Zweck werden z.B. absolute Druckwerte von 1,5 bar verwendet. Wird dieser Wert unterschritten, ist dies ein Zeichen für den Beginn des Schnüffelvorganges. Wird dann dieser Wert wieder überschritten, ist der Schnüffelvorgang beendet.

[0021] Der absolute Druckwert, bei dem der Schnüffelvorgang beginnt, ist abhängig von der Konstruktion der Membranpumpe und kann auch Werte unter 1 bar absolut annehmen.

[0022] Beginn und Ende des Schnüffelvorganges äußern sich in sehr steilen Druckabsenkungen bzw. Druckanstiegen. Hierbei kann, wie schon erwähnt, erfindungsgemäß derart vorgegangen werden, daß der Druck auf starke Druckänderungen hin überwacht wird. So ist es möglich, eine Absenkung des Druckes unter den Grenzwert von z.B. 1,5 bar nur dann als Beginn des Schnüffelvorganges zu werten, wenn gleichzeitig die Druckänderung pro Zeiteinheit bzw. pro Kurbelwinkelgrad einen bestimmten Wert überschreitet. Dies löst dann die Leckageanzeige aus.

[0023] Eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit besteht darin, daß kein fester Grenzwert von z.B. 1,5 bar vorgegeben wird, sondern daß der Druckwert ermittelt wird, indem zu Beginn des Saughubes im Zeitfenster t_4 - t_5 (s. Fig. 2a) der erfaßte Druckwert gemittelt wird und als Referenz dient. Der Grenzwert kann sich dann aus dem Druckwert p_{45} abzüglich eines festzulegenden Differenzdruckes von z.B. 0,2 bar ergeben.

[0024] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in:

Fig. 1 schematisch im Schnitt eine Membranpumpe, bei deren Hydraulikdruckraum das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung der auftretenden Leckagen zur Anwendung gelangt;

Fig. 2a im Diagramm den Druckverlauf über der Zeit während des Druckhubes und des Saughubes der Pumpe mit einem zeitlichen Verlauf des Schnüffelfensters bei intakter Pumpe und

Fig. 2b mit einem zeitlichen Verlauf des Schnüffelfensters bei erhöhter Hydraulikleckage.

[0025] Fig. 1 zeigt im Schnitt eine übliche Membranpumpe, auf deren nähere Beschreibung, weil beispielsweise aus DE 101 43 978 A1 bekannt, verzichtet werden kann. Im vorliegenden Fall handelt es sich jedoch darum, die im Hydraulikdruckraum 1 der Pumpe auftretenden

Leckagen dadurch zu überwachen, daß der Zeitpunkt, zu dem der einer Leckergängung dienende Schnüffelvorgang eingeleitet wird, kontinuierlich überwacht und mit einem Referenzwert verglichen wird, wobei eine vorbestimmte Abweichung zwischen beiden Werten eine Leckageanzeige auslöst.

[0026] Derartige Leckagen können, wie erwähnt, an der Kolbenabdichtung 2 auftreten oder aber beim Druckbegrenzungsventil 3 sowie auch beim - nicht näher dargestellten - Leckergänzungsventil.

[0027] In Fig. 2a ist der typische Druckverlauf im Hydraulikdruckraum 1 während eines Hubzyklus der Membrandosierpumpe dargestellt. Hierbei zeigt sich, daß am Ende des Saughubes, wenn sich der Pumpenkolben 4 im hinteren Totpunkt befindet, der eigentliche Schnüffelvorgang beginnt, welcher der Leckergängung im Hydraulikdruckraum 1 dient. Hierbei beginnt bei intakter Pumpe der Schnüffelvorgang zum Zeitpunkt t_1 und endet zum Zeitpunkt t_2 .

[0028] Wenn demgegenüber im Hydraulikdruckraum 1 eine erhöhte Hydraulikleckage auftritt bzw. aufgetreten ist, beginnt der Schnüffelvorgang, wie in Fig. 2b dargestellt, bereits zum Zeitpunkt t_3 . Dieser vom Wert t_1 abweichende Wert t_3 löst dann eine Leckageanzeige aus, wenn die Abweichung zwischen beiden Werten einen vorbestimmten Wert überschreitet.

[0029] Der Zeitpunkt t_1 kann auf unterschiedliche Weise vorgegeben und erfaßt werden.

- 1.) durch eine Referenzmessung an der intakten Pumpe
- 2.) durch eine Auswahl aus vordefinierten Werten, z.B. aus einer Matrix mit definierten Werten für unterschiedliche Pumpenausführungen und Betriebsbedingungen,
- 3.) durch eine rechnerische Ermittlung aus Pumpen- und Betriebsdaten, wie Förderdruck, Pumpendrehzahl, Hydraulikfluidart und -temperatur. Dazu kann es vorteilhaft sein, den Betriebsdruck, die Pumpendrehzahl und die Temperatur des Hydraulikfluids kontinuierlich zu erfassen.

[0030] Die Methoden gemäß Ziff. 1.) und 3.) lassen sich in vorteilhafter Weise kombinieren, indem ein Referenzwert im Betrieb ermittelt wird und Veränderungen rechnerisch bestimmt werden.

[0031] Die Methode 3.) bzw. die Kombination aus 1.) und 3.) ist besonders vorteilhaft bei wechselnden Betriebsverhältnissen anzuwenden, da sich die Zeitdauer des Schnüffelvorganges im praktischen Betrieb ändern kann, ohne daß eine Störung vorliegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Leckagen im Hydraulikdruckraum einer Membranpumpe, dadurch gekennzeichnet,

daß der Zeitpunkt (t_3), zu dem der einer Leckergänzung dienende Schnüffelvorgang eingeleitet wird, kontinuierlich überwacht und mit einem Referenzwert (t_1) verglichen wird, wobei eine vorbestimmte Abweichung ($\Delta t_1 - t_3$) zwischen beiden Werten (t_3 bzw. t_1) eine Leckageanzeige auslöst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Überwachung des zeitlichen Beginns des Schnüffelvorgangs der Kurbelwinkel des Pumpentriebwerks überwacht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** Beginn (t_1 bzw. t_3) und Ende (t_2) des Schnüffelvorganges durch Überwachung eines absoluten Druckwertes im Hydraulikdruckraum (1) erfaßt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der absolute Druckwert auf die Änderung seines Druckgradienten überwacht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Änderung des Druckgradienten pro Zeiteinheit bzw. pro Kurbelwinkelgrad erfaßt und daß eine Leckageanzeige erst bei Überschreiten eines vorbestimmten Wertes ausgelöst wird.

Claims

1. Method for monitoring leakage in the hydraulic pressure chamber of a diaphragm pump, **characterised in that** the time point (t_3) at which the sniffing process, which serves for leakage compensation, is initiated is continuously monitored and compared with a reference value (t_1), wherein a pre-determined deviation ($\Delta t_1 - t_3$) between the two values (t_3 and t_1) triggers a leak indicator.
2. Method according to claim 1, **characterised in that**, for monitoring the time of the start of the sniffing process, the crank angle of the pump drive mechanism is monitored.
3. Method according to claim 1, **characterised in that** the start (t_1 or t_3) and end (t_2) of the sniffing process are detected by monitoring an absolute pressure value in the hydraulic pressure chamber (1).
4. Method according to claim 3, **characterised in that** the absolute pressure value is monitored for a change in the pressure gradient thereof.
5. Method according to claim 4, **characterised in that** the change in the pressure gradient per time unit or per degree of the crank angle is detected and that a leak indicator is triggered only in the event that a pre-

determined value is exceeded.

Revendications

1. Procédé pour la surveillance de fuite dans une chambre à pression d'une pompe hydraulique à membrane, **caractérisé en ce que** l'instant (t_3) auquel une opération de reniflage servant à compléter des fuites est amorcée est surveillé de façon continue et comparé à une valeur de référence (t_1), dans lequel un écart prédéterminé ($\Delta t_1 - t_3$) entre les deux valeurs (t_3 et t_1) déclenche une indication de fuite.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** pour la surveillance du commencement temporel de l'opération de reniflage, on surveille l'angle de la bielle du système d'entraînement de la pompe.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le commencement (t_1 ou t_3) et la fin (t_2) de l'opération de reniflage sont détectés par surveillance d'une valeur de pression absolue dans la chambre à pression hydraulique (1).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la valeur de pression absolue est surveillée vis-à-vis de la variation de son gradient de pression.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la variation du gradient de pression par unité de temps, ou encore par degré de l'angle de la bielle, est détectée, et **en ce qu'**une indication de fuite est déclenchée uniquement lors du dépassement d'une valeur prédéterminée.

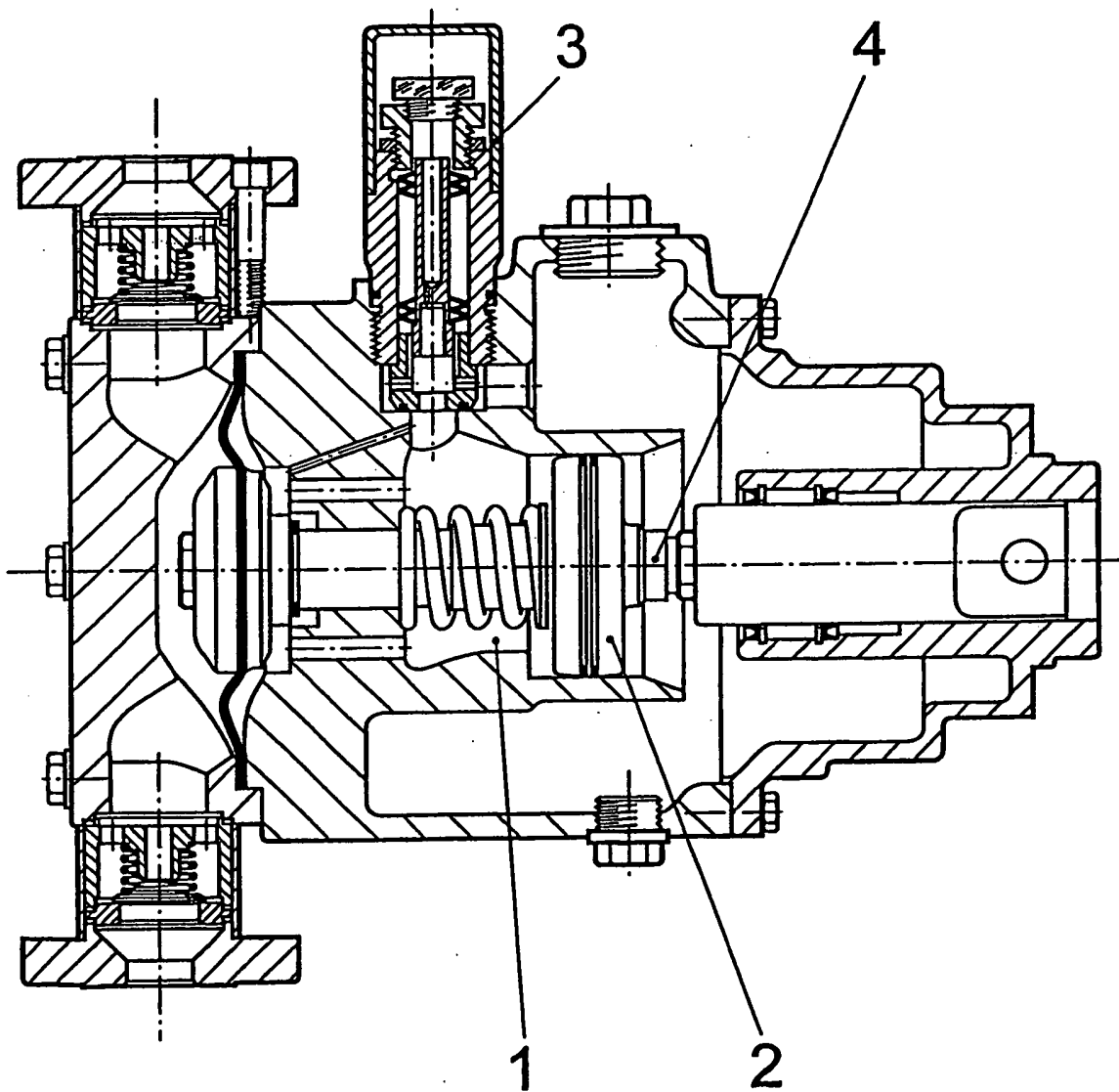


Fig. 1)

Fig. 2a)

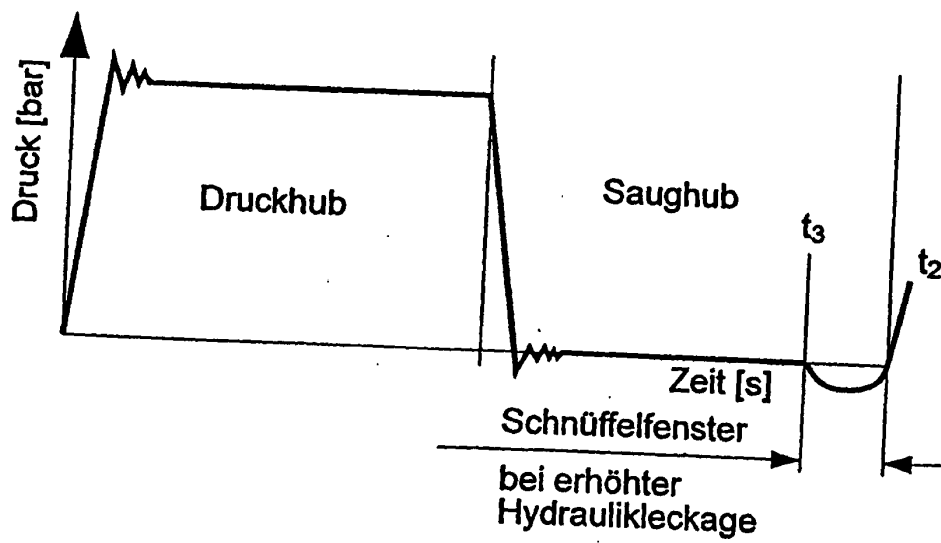
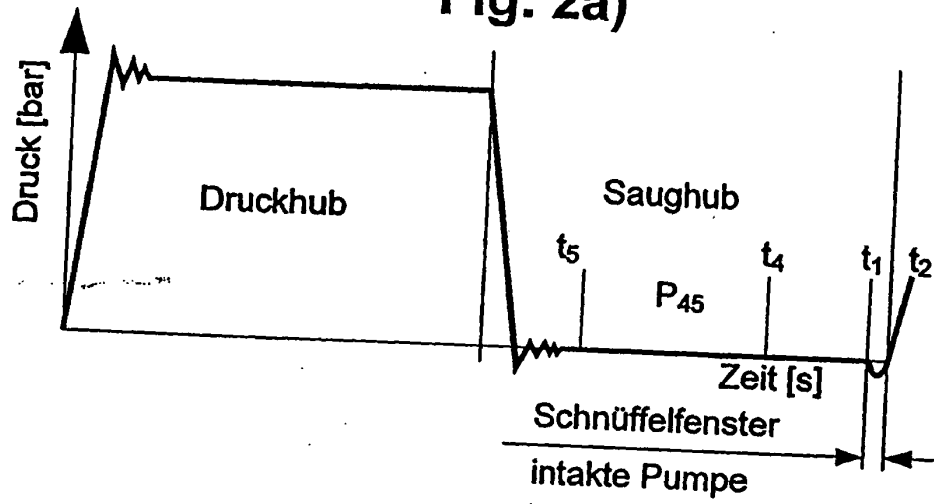


Fig. 2b)

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19826610 A1 [0010]
- DE 10143978 A1 [0025]